Aus der Chirurg. Abteilung des Elisabethenstiftes Darmstadt

Ueber das Vorkommen von Fettausscheidung durch die Nieren bei Frakturverletzten

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES
IN DER GESAMTEN MEDIZIN
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT ZU MARBURG

vorgelegt von

Rolf Simon-Weidner
aus Amberg (Bayern)

Marburg-Lahn 1940
Druckerei Hermann Bauer

Angenommen von der Medizinischen Fakultät zu Marburg
am 18. 10. 1940.

Referent: Dr. phil. et med. habil. W. Rückert.
Korreferent: Prof. Dr. Klapp.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Durch die grundlegenden Untersuchungen v. Bergmann's, Payr's und einer Reihe anderer Forscher ist uns das pathologisch-anatomische und das klinische Bild der Fettembolie in seinen Grundzügen bekannt geworden. Nach vorangegangenen experimentellen Untersuchungen gelang es v. Bergmann 1875 als erstem die Diagnose „Fettembolie" anhand klinischer Symptome zu stellen. Payr verdanken wir die wichtige Trennung des klinischen Bildes der pulmonalen Fettembolie von dem des großen Kreislaufs, welches meist unter cerebralen Erscheinungen verläuft.

Weniger bekannt ist hingegen die Tatsache, daß auch ohne Auftreten klinischer Symptome nach den meisten Frakturen eine Fettverschleppung in das Gefäßsystem stattfindet. Auf diese bemerkenswerte Tatsache wurde zuerst von pathologisch-anatomischer Seite aufmerksam gemacht. Als erster stellte Carrara sein Sektionsmaterial nach diesen ätiologischen Gesichtspunkten zusammen und fand an 17 Frakturfällen in 76% eine Fetteinschwemmung in die Lungengefäße. 1877 berichtet Riedel, daß er unter 11 gestorbenen Frakturverletzten 9 mal eine Fettembolie sah; während Katase unter 9 untersuchten Knochenbrüchen nur bei einem Fall kein Fett im Gefäßsystem fand. Schließlich konnten auch Alexander-Katz, Lehmann mit Mac Nattin, Vance u. a. diese Befunde an großem Material bestätigen. Bürger findet in fast allen Fällen vorangegangener Frakturen kleine oder größere Mengen von Fett in den Lungengefäßen. Die experimentelle Stütze hierzu hat Halm erbracht, indem es ihm gelang, Fettembolie der Lungen durch künstliche Frakturen zu erzeugen.

Ganz im Gegensatz zu diesen Angaben der Pathologen stehen die Befunde, die sich auf klinischer Seite erheben lassen. Das größte bisher bekannt gewordene Material hierzu verdanken wir wohl den Veröffentlichungen Killian's. Danach wurden in der Freiburger Klinik in 12 Jahren an 69 268 Frakturfällen 112 mal die klinische Diagnose Fettembolie gestellt, d. h. in nur 0,16%. Jehn fand im letzten Kriege unter 15 000 Schußfrakturen kaum eine Fettembolie. Auch Magnus betont auf dem Chir. Kongreß 1933, daß in seinem großen Unfallkrankenhaus bisher noch keine Fettembolie beobachtet worden sei. Es sei an dieser Stelle der Hinweis erlaubt, daß auch wir an dem Material unseres Feldlazarettes, welches unter einer Belegschaft von durchschnittlich 1000 Verwundeten eine außerordentlich hohe Zahl von Schußfrakturen aufwies, keinen Fall von klinisch manifester Fettembolie feststellen konnten.

Aus dieser Gegenüberstellung erscheint die Schlußfolgerung berechtigt, daß wohl in den meisten Frakturfällen eine Fettverschleppung in das Gefäßsystem stattfindet, dieser Vorgang jedoch klinisch meist symptomlos abläuft. Wir müssen uns also darüber klar sein, daß wir es in der überwiegenden Anzahl der Fälle mit einer „latenten Fettembolie" zu tun haben. Hierzu können wir die Auffassung einer Reihe namhafter Autoren anführen. So äußert sich z. B. Landois, daß wohl jede Verletzung des Knochensystems eine Fettembolie erzeugt. Auch Makai sagt: „Vielleicht sind Fettembolien überhaupt häufiger, als es der Kliniker anzunehmen geneigt ist". Bruns äußert sich dahin, daß die Fettembolie zwar eine außerordentlich häufige, aber gewöhnlich bedeutungslose Folge der Knochenbrüche sei. Auch Magnus ist dieser Ansicht ebenso wie Scriba, Vance, Killian und viele andere.

Daß der Zustand latenter Fettembolie tatsächlich schon durch bloße Erschütterung des Knochensystems erzeugt werden kann, beweisen die Experimente von Ribbert. Er fand nämlich, nachdem er Kaninchen 12 Minuten lang Schläge gegen die beiden Schienbeine versetzt hatte, in den Lungen dieser Tiere mittelschwere Fettembolien. Auch Lubarsch, Frischmuth und andere bestätigen diese Versuche. Flournoy konnte erweisen, daß beim Kaninchen schon ein Nackenschlag genügt, um eine Fettembolie der Lungen herbeizuführen, während Fritzsche Fett in den Lungengefäßen sah, nachdem er die Versuchstiere im Käfig herumgejagt hatte. Auch beim Menschen konnten entsprechende Beobachtungen gemacht werden. Eichhorn beschrieb z. B. einen Fall von Fettembolie, die durch Hufschlag erzeugt worden war. Lubarsch fand ebenfalls in Bestätigung der Ribbert'schen Auffassung bei Geisteskranken nach Erregungszuständen Fettembolie. Aehnliche Beobachtungen wurden anhand einschlägiger Fälle auch von einer ganzen Reihe anderer Autoren gemacht (Beitzke, Bürger, Jehn, Ziemke u. a.).

Die Tatsache des häufigen Vorkommens klinisch symptomloser Fettembolie mußte den Wunsch erwecken, ob nicht doch die Möglichkeit besteht, einen klinischen Hinweis auf diese in ihrer Steigerung so gefährlichen Fettverschleppungen zu finden. Die darin geleistete Vorarbeit konnte bisher keine befriedigenden Ergebnisse erzielen.

Die Befunde am Augenhintergrund sind nicht geeignet, uns eine einigermaßen zuverlässige diagnostische Handhabe für die latente Fettembolie zu geben, da die von einigen Forschern beobachteten Fälle zu geringfügig und inkonstant sind (Czerny, Müller, Oppolzer, Urbanek, Warthin u. a.). Außerdem sind die meisten derartigen Befunde bei Patienten mit auch sonst in Erscheinung getretener Fettembolie erhoben worden. Es wäre eine lohnende Aufgabe für die weitere Forschung, an einem größeren

Material von Frakturkranken ohne klinische Symptome von Fettembolie den Augenhintergrund auf embolische Veränderungen hin zu untersuchen.

Gleiches gilt für die Beobachtung von Petechien der Haut, die bisher auch nur bei schweren Fällen klinischer Fettembolie des großen Kreislaufs beschrieben wurden. (Benestadt, Flournoy, Killian, Oehler, Wahnkau u. a.).

Die Möglichkeit, aus dem Sputum einen diagnostischen Anhaltspunkt zu gewinnen, scheint uns nicht aussichtsreich, da ein wirklich aus der Lunge stammendes Sputum im allgemeinen nur bei solchen Graden von Fettembolie zu erhalten ist, die sich auch anderweitig klinisch schon bemerkbar machen.

Die Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen klinischer Fettembolie und bedeutsamen Temperaturschwankungen (Rückert) werfen die Frage auf, ob nicht auch aus der Temperaturkurve Anhaltspunkte für die Fettverschleppungen leichteren Grades bei latenter Fettembolie zu finden sind. Dazu ist auf die Beobachtung von Demisch zu verweisen, welcher bei 450 Fällen von Knochenbrüchen ohne sonstige Erscheinungen von Fettembolie 92 mal eine mäßige Temperatursteigerung fand. Da aber für derartige Temperaturanstiege auch andere Ursachen, wie z. B. die Resorption des Frakturhämatoms oder Abbauprodukte sonstiger Gewebstrümmer, ferner auch des öfteren sekundäre bronchopneumonische Prozesse das Bild in unkontrollierbarer Weise beeinflussen, kann uns dieses Symptom kein sicherer Ausdruck von latenter Fettembolie sein. Daß in der Tat Fettverschleppungen geringeren Grades für Temperatursteigerungen nicht wesentlich verantwortlich zu machen sind, geht auch daraus hervor, daß Demisch nur in etwa ein Fünftel seiner Fälle Temperatursteigerungen beobachtete, während der pathologisch-anatomische Nachweis von Fettembolien bei Frakturen, wie wir sahen, in weit höherem Maße, nämlich in durchschnittlich 75% aller Fälle, erbracht wurde.

Wesentlich aussichtsreicher in diagnostischer Hinsicht scheint uns nach den bisherigen Beobachtungen die Untersuchung des Urins auf Fettbeimengungen zu sein. Seit den experimentellen Untersuchungen E. v. Bergmann's wissen wir, daß bei Tieren in die Blutbahn eingebrachtes Fett durch die Nieren ausgeschieden werden kann. Diese Beobachtung wurde von einer großen Anzahl anderer Autoren bestätigt. (Altdorfer, Flournoy, Halm, Scriba u. a.). Halm konnte dann als erster auch beim Menschen das Auftreten von Fett im Urin feststellen. Schließlich hat Scriba bei einer größeren Zahl von Frakturverletzten und Knochenoperationen Urinuntersuchungen angestellt. Er fand unter 34 Fällen in 80% eine Fettausscheidung im Urin. Außerdem hat Scriba Schwankungen in der ausgeschiedenen Fettmenge festgestellt, denen er einen periodischen Charakter zuschreibt. Er fand bei diesen Untersuchungen weiter, daß sich die Ausscheidungen

über einen unerwartet langen Zeitraum, in manchen Fällen bis zu 40 Tagen, erstrecken. Später angestellte Urinuntersuchungen einer Reihe von Autoren bestätigen Fettausscheidungen im Urin nach den meisten Knochenverletzungen (Landois, Payr, Riedel, Wiener u. a.), wenn auch namentlich durch die Untersuchungen von Beneke erwiesen war, daß in die Blutbahn eingeschwemmtes Fett noch auf andere Weise aus dem Körper entfernt wird. Das geht schon daraus hervor, daß die im Harn erscheinende Fettmenge der in die Blutbahn eingeschwemmten wohl nicht entspricht. Killian untersuchte an einem großen Material die Fettausscheidung im Urin quantitativ und kommt zu ähnlichen Ergebnissen wie Scriba. Auch er sah einen wellenförmigen Verlauf der Fettausscheidung. Allerdings ergaben seine quantitativen Bestimmungen so geringe Ausschläge, daß er — wie schon Beneke — die Fettausscheidung im Urin für belanglos hält und den Fettnachweis im Urin als diagnostisches Hilfsmittel zur Feststellung der Fettembolie ablehnt.

Neuerdings unternahm es Vogel, die Angaben Scriba's in einer Reihe von quantitativen Untersuchungen an Knochenverletzten nachzuprüfen. Er fand bei allen Verletzten eine erhöhte Fettausscheidung im Urin, bei der er wie Scriba auch eine Periodizität erkennen zu können glaubte. Quantitativ stehen diese Fettausscheidungen nicht im Einklang zur Schwere der Gewalteinwirkung. Wieweit eine Deutung dieser „Periodizität" möglich scheint, werden wir noch zu erörtern haben.

Es schien uns für die weitere Erforschung der klinisch nicht in Erscheinung tretenden Form der Fettembolie wichtig, diese Befunde in ihren verschiedenen Eigenarten nachzuprüfen und weiter zu führen.

Versuchsanordnung

Wir wählten für unsere Versuche 30 erwachsene Patienten in verschiedenen Lebensaltern aus, welche von ihrem Trauma abgesehen völlig gesund waren. Es wurden nur wirklich ausgeprägte Knochenbruchfälle berücksichtigt, nicht dagegen Fissuren oder sonstige röntgenologisch nicht einwandfrei nachweisbare Brüche. Im Hinblick auf die mehrfach beobachtete Tatsache, daß offenbar infolge des abfließenden Markfettes nach außen Fettembolien bei offenen Brüchen sehr viel weniger häufig oder gar nicht (Kriegserfahrungen bei Schußbrüchen) auftreten, hat uns veranlaßt, nur Fälle mit geschlossenen Brüchen zu verwerten. Es ist anzunehmen, daß unser Versuchsmaterial auf diese Weise — soweit es den Entstehungsmechanismus der Fettembolie angeht — einheitlicher Natur ist. In Bezug auf die Lokalisation der Fraktur wurde keinerlei Auswahl getroffen, und die Patienten der Reihe nach so wie sie eingeliefert waren, untersucht.

Um das Harnfett quantitativ möglichst genau zu erfassen, wurde in allen Fällen der Gesamturin jeweils im Verlaufe von 24 Stunden gesammelt und untersucht. Da die Patienten sämtlich bettlägerig waren, konnten hierbei keine größeren Fehler unterlaufen. Nur durch Untersuchung des Gesamturins lassen sich u. E. einigermaßen vergleichbare Befunde erhalten. Es ist uns daher unverständlich, warum z. B. Vogel sich bei seinen Untersuchungen auf den Morgenurin beschränkte. Seine quantitativen Befunde, sowie seine Ansichten über die oft erörterte Rhythmik in der Ausscheidung verlieren dadurch sehr an Wert. Makroskopisch war der zur Untersuchung gelangende Urin oft getrübt. Des öfteren zeigte er eine weißliche, kamhautartige Schicht an der Oberfläche, die sich bei mikroskopischer Untersuchung als emulgiertes Fett in schleimiger Umgebung erwies. Aehnliche Beobachtungen wurden auch von Scriba und anderen gemacht. Makroskopisch grobverteiltes Fett in Form von richtigen Fettaugen haben wir nie bemerkt. Um vor Entnahme der Urinprobe eine wirklich gleichmäßige Verteilung des Fettes zu erzielen, wurde der gesamte 24-Stunden-Harn unmittelbar vor der Entnahme in einem Schüttelapparat gründlich durchmischt.

Die Methode der Fettbestimmung ist von den bisherigen Forschern sehr verschieden gehandhabt worden. Die älteren begnügten sich lediglich mit der mikroskopischen Untersuchung einfacher Harnproben oder eines Zentrifugates. Färbung des Fettes erleichterte dabei die Erkennung. Daß bei derartigem Vorgehen die Erhebung negativer Befunde keinen diagnostischen Wert besitzen konnte, leuchtet ohne weiteres ein. Die ersten quantitativen Analysen machte Killian, indem er Aetherextrakte gravimetrisch bestimmte. Ohne auf die Genauigkeit der gravimetrischen Methoden einzugehen, wollen wir nur bemerken, daß sich diese für größere Reihenuntersuchungen wie die unsrigen als zu umständlich und zeitraubend erwiesen haben. Vogel hat sich daher bei seinen Untersuchungn des Gerber'schen Verfahrens zur Milchfettbestimmung bedient. Diese Methode hat sich für größere Reihenuntersuchungen im Molkereiwesen zwar bestens bewährt; wie Rückert gezeigt hat, läßt sich jedoch das für Milchfett erdachte Verfahren nicht ohne weiteres auf die Bestimmung tierischer Gesamtfette anwenden. Insbesondere werden die Lipoide bei der Hydrolyse der Eiweißstoffe durch die Schwefelsäure mehr oder minder stark gespalten und beeinflussen das Ergebnis durch die in unkontrollierbaren Mengen freigewordenen Fettsäuren sowie durch mehr oder weniger feste braune oder schwarze Rückstände, welche übrigens auch Vogel in seiner Arbeit ausdrücklich erwähnt. Das Verfahren ist daher weder für quantitative noch für vergleichende Reihenuntersuchungen geeignet.

Rückert hat in seinem Mikrolipokrit-Verfahren, dessen genügende Genauigkeit selbst für feinere Blutfettbestimmungen von

Bürger (Leipzig) und einer Reihe weiterer Forscher bestätigt wurde, eine Methode erdacht, der diese Fehler nicht mehr anhaften. Das Verfahren hat sich als volumetrisches Mikroverfahren besonders für vergleichende Reihenuntersuchungen bewährt und wurde daher für unsere Zwecke verwertet.

Das Lipokrit-Verfahren, welches in zwei Fraktionen sowohl zur Bestimmung der Lipoide als auch der übrigen Restfette einschließlich der Cholesterine dient, ergibt in seinen ausgeschleuderten Endwerten die Gesamtfettmenge.

Die Technik, zu der wir im übrigen auf die Originalarbeit verweisen, ist kurz folgende: Ein auf beiden Seiten durch eine Klemme verschließbares Schleuderröhrchen von den Ausmaßen einer Erytrozytenpipette, das an seinem unteren Ende zwei ampullenförmige Erweiterungen trägt, wird nacheinander mit einer Probe des gut durchschüttelten Urins und einer bestimmten Schwefelsäure vom spez. Gew. 1,616 gefüllt. Diese Schwefelsäure, welche mit einer kleinen Menge Amylalkohol sowie einem blau-gelben wasser- und fettlöslichen Farbstoff zur Erkennung der Fettgrenzen versetzt ist, ermöglicht die Ausschleuderung der fettigen Bestandteile in eine geeichte Skala am oberen Ende des Schleuderröhrchens. Die erste, sofort nach der Zentrifugierung vorgenommene Ausschleuderung ergibt die Neutralfette, Fettsäuren und Cholesterine. Die zweite, nach 24 Stunden vorgenommene Schleuderung ergibt zu dem ersten Wert die zuzüglichen Lipoide in Form der aus ihrer Veresterung frei gewordenen Fettsäuren. Für unsere Zwecke haben wir lediglich diese zweite sogenannte Gesamtfettbestimmung vorgenommen und zwar jeweils in Form von Doppelbestimmungen, deren Ausgangsmaterial aus verschiedenen Schichten des sorgfältig durchgeschüttelten 24-Stunden-Harns entstammte. Da diese Doppelbestimmungen fast stets übereinstimmende Werte ergaben, haben wir in unseren Tabellen nur einen Wert, wenn nötig den Mittelwert, angegeben. Die gleichzeitig mit den Fettanalysen durchgeführten Eiweißproben wurden mit Sulfosalicylsäure angestellt.

Ergebnisse

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen haben wir zur besseren Uebersicht in schematische Darstellung gebracht, aus der für jeden Patienten die Menge der Fettausscheidung hervorgeht. Zwei von unseren 30 Patienten sind in unserer Darstellung nicht aufgeführt, da wir in ihrem Urin niemals Fettbeimengungen gefunden haben. Bei allen anderen 28 Patienten sahen wir im Laufe ihres Krankenlagers größere oder kleinere Fettausscheidungen auftreten. Wir können uns also nach diesen Befunden den Autoren anschließen, die nach den meisten Fällen von Frakturen Fettausscheidungen im Urin beobachteten. Die auch von uns festgestellte

Häufigkeit des Auftretens von Fett im Urin nach Frakturen entspricht der von pathologisch-anatomischer Seite aufgeführten Zahl von Fettembolien leichteren oder schwereren Grades nach solchen Verletzungen ohne klinische Symptome. Da nach dem heutigen Stande andere klinische Erkennungsmöglichkeiten für diese von den Pathologen nachgewiesene „latente Fettembolie" nicht gegeben sind, glauben wir in den Urinfettbefunden, falls vorhanden, ein sicheres diagnostisches Zeichen erblicken zu können.

Was die Dauer der Fettausscheidungen bei den von uns beobachteten Fällen betrifft, so konnten wir z. B. in Fall 2 am 33. und 34., in Fall 9 am 46. und in Fall 8 sogar am 49. Tage nach der Einlieferung noch meßbare Mengen Fett im Harn nachweisen. Nach dem 49. Tage haben wir unter unserem Material keine Ausscheidungen mehr gefunden, obwohl sich unsere Kontrolle bei einzelnen Fällen bis auf 70 Tage nach der Einlieferung erstreckte. Es ist allerdings hierzu zu bemerken, daß ein Teil unserer Patienten uns durch ihre Entlassung aus den Augen geraten ist. Auf diese auch von uns beobachtete unerwartet lange Dauer der Ausscheidung wurde zuerst von Scriba hingewiesen. Daß sich in der Tat die fettembolischen Vorgänge über einen längeren Zeitraum erstrecken, zeigen auch die Beobachtungen von pathologisch-anatomischer Seite. So fand Gröhndahl noch nach 15 Tagen, Halm nach 31 Tagen die Lungenkapillaren mit Fettröpfchen vollgestopft.

Auffallende Unterschiedlichkeit und Vielfalt zeigen unsere Befunde bezüglich der Menge des ausgeschiedenen Fettes. Diese wurde von uns für die Darstellung in ccm umgerechnet. Wie ein Blick auf unser Schema zeigt, wurden von uns große Unterschiede der Fettmengen sowohl im Vergleich der Gesamtausscheidungen der Patienten untereinander, als auch unter den einzelnen Ausscheidungen desselben Patienten gemessen. Wir fanden bei unseren Patienten Gesamtmengen bis 98,0 ccm (Fall 7), ja sogar etwa 130 ccm (Fall 14), während einzelne andere Patienten im Verlauf unserer Untersuchungen nie mehr als gelegentlich eine Spur (weniger als 0,05%) aufwiesen.

Zu einer Klärung dieser Tatsache glauben wir anhand unseres Materials mit Kirschner, Vogel u. a. eine Abhängigkeit von der Schwere der Gewalteinwirkung ablehnen zu müssen. Auch ein Einfluß des Alters der Patienten, oder ihres Geschlechts auf die Gesamtmenge des im Harn erscheinenden Fettes konnte nach unseren Ermittlungen nicht gefunden werden. Wir müssen es späteren Untersuchungen überlassen, diese gewiß sehr interessante Frage zu klären. Genaue Bestimmungen der jeweils in die Blutbahn gelangenden Gesamtfettmenge und ihre Abhängigkeit von anderen Faktoren sind hierzu nötig; des weiteren auch, um der Frage näher treten zu können, inwieweit die Ausscheidung des Fettes durch die Nieren einen regelmäßigen Anteil an der Gesamtmenge des im

Blut befindlichen Fettes nimmt. Schon jetzt glauben wir jedenfalls aufgrund des fast in allen Fällen auftretenden Fettvorkommens im Harn, wie auch der in vielen Fällen unerwartet hohen Gesamtmenge dieses Fettes, neben den von Beneke beschriebenen Ausscheidungsmöglichkeiten der Ausscheidung durch die Nieren einen wesentlichen Anteil zusprechen zu müssen. Natürlich scheint das gesamte Kapillargebiet hinlänglich geeignet, größere Mengen Fett verschwinden zu lassen (Killian); unsere Resultate scheinen aber darauf hinzuweisen, daß offenbar eine schnelle Ausscheidung durch die Nieren, die von 30% des Gesamtblutes versorgt werden, zur Erhaltung des Blutgleichgewichtes stattfindet.

Sehr bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang auch eine Betrachtung der besonders augenfälligen mengenmäßigen Unterschiede in den Ausscheidungsphasen des einzelnen Patienten. Neben ganz geringen Ausscheidungen von etwa 1—5 g treten plötzlich ohne jede erkennbare Ursache ein oder zwei Tage anhaltende, unerwartet hohe Fettausscheidungen auf. So fanden wir bei Fall 9 z. B. innerhalb von 2 Tagen 32,9 ccm, bei Fall 7 94,1 ccm und in der selben Zeit bei Fall 14 sogar etwa 124 ccm Fett im Urin. Wenn man hierzu bedenkt, daß solch hohe und plötzliche Fettausscheidungen ohne andere sichtbare Zeichen einer Fettembolie stattfinden können, so gibt diese Tatsache einen wichtigen Hinweis auf die im einzelnen Falle große Menge des in die Blutbahn eingeschwemmten Fettes. Andererseits lehrt uns diese Tatsache aber auch, daß offenbar außerordentlich große Mengen Fett im Blut und Harn vertragen werden, ohne daß das Bild einer klinisch manifesten Fettembolie hervorgerufen würde. Angesichts dieser Vorgänge wären nähere Kenntnisse über die Art der Ausscheidung solcher Fettmengen in den Nieren von Bedeutung. Aufgrund unserer Untersuchungen läßt sich zu dieser noch umstrittenen Frage zur Zeit jedoch keine endgültige Stellung nehmen. Wir können lediglich darauf hinweisen, daß das Fett niemals in grobtropfiger Form wie z. B. in den Venen gefunden wurde, sondern immer nur fein emulgiert. Das Fett war also niemals in Form von größeren Fettaugen auf dem abgestandenen Urin zu sehen, sondern höchstens gelegentlich als kamhautartige, schleimige Schicht an der Oberfläche. Makroskopisch fanden wir den Harn in fast allen Fällen stark getrübt mit Bodensatz. Unsere Prüfungen auf Eiweiß im Harn, welche wir neben den Fettuntersuchungen laufend mit anstellten, ergaben bei einer großen Zahl unserer Fälle eine bei der Reaktion meistens als geringe Trübung erscheinende Menge. Wir haben in unserer schematischen Darstellung daher die Ergebnisse der Eiweißproben mit zur Einzeichnung gebracht. Zwar können wir eindeutige Zusammenhänge zwischen der Anwesenheit dieser geringen Eiweißmengen und unseren Fettausscheidungen im allgemeinen nicht finden, wir halten es aber immerhin für berechtigt, auf das gelegentliche zeitliche Zusammentreffen zwischen Eiweiß- und

Fettausscheidungen hinzuweisen, wie wir es bei Fall 2, 4, 9 und 26 sehen. Einwandfreie Schlüsse lassen sich aus unseren Angaben aber nicht ziehen, da wir auch zwischen den Fettausscheidungsschüben des öfteren Eiweiß gefunden haben. Weitere Untersuchungen hierüber müßten mehr Klarheit in diese Zusammenhänge bringen.

Zu der Frage nach der Art der Fettausscheidung in den Nieren stehen sich zur Zeit drei verschiedene Ansichten gegenüber. Scriba glaubte, das Fett könne die intakten Glomerulusgefäße passieren. Wiener sucht die Fettausscheidung auf Grund eines Filtrationsprozesses zu erklären. Bürger, Flick und Traum, Kusnetzowski, Ribbert, Paul und Windholz u.a. stellen anhand ihrer Beobachtungen die Theorie der Ausscheidung auf dem Wege der fettigen Degeneration der Epithelien der Harnkanälchen auf. Die weiteren Bemühungen um diese Frage werden die von einigen Autoren vermutete Rhythmik bezw. Periodizität der Fettausscheidung nicht außer Acht lassen können. Scriba fand am 2., 3., 4. Tage nach der Einwirkung des Traumas die erste, am 10. bis 14. Tage die zweite, nach weiteren 6—10 Tagen die dritte, gelegentlich sogar eine vierte Ausscheidungsperiode. Vor allem war es Vogel, der in seinen Untersuchungen auf diese Feststellung Scribas genauer einging. Nach seinen Befunden glaubte er diese Form der rhythmischen Ausscheidungen bestätigen zu können. Und zwar glaubte er, nicht nur in dem Ausscheidungsverlauf der einzelnen Patienten rhythmische Gesetzmäßigkeit in dem Größer- und Kleinerwerden der ausgeschiedenen Fettmengen erkennen zu können, sondern er fand auch wie Scriba, daß die Ausscheidungsintervalle in allen Fällen etwa die gleichen seien, sodaß bei einer Sammelkurve aller Patienten ein erkennbarer Rhythmus erhalten bleibe. Auch unsere Befunde lassen sich auf diese Feststellungen hin untersuchen. Ein Blick auf unsere Darstellung zeigt, daß ausscheidungsfreie Zeiten von Ausscheidungsstößen unterbrochen werden, die meistens nicht länger als ein oder zwei Tage anhalten. Betrachten wir nun aber die zeitlichen Abstände zwischen diesen Ausscheidungen zunächst beim einzelnen Patienten, so erkennen wir hierbei eine so große Unterschiedlichkeit der einzelnen ausscheidungsfreien Intervalle untereinander, daß wir darin eine Gesetzmäßigkeit nicht erblicken können. Noch unregelmäßiger wird das Bild, wenn wir den Zeitpunkt der Ausscheidungsstöße aller Patienten untereinander vergleichen. Wir haben zur besseren Sichtbarmachung der sich aus solch einem Vergleich ergebenden Verhältnisse unsere Kurve II angefertigt, in der, von Mengenverhältnissen ganz abgesehen, für jeden unserer 50 Untersuchungstage die Zahl der Patienten angegeben ist, die an einem dieser Tage eine Fettausscheidung zeigte. Die Betrachtung dieser Kurve zeigt am deutlichsten, daß die Ergebnisse unserer Untersuchungen eine gesetzmäßige Rhythmik im Verlauf der Fettausscheidungen im Harn

Frakturverletzter nicht erkennen lassen. Wenn wir aber an einen quantitativ ungleichmäßigen Ausscheidungsvorgang den Maßstab des rhythmischen Verlaufs anlegen wollen, so müssen wir von ihm erstens verlangen, daß er, biologische Schwankungen zugegeben, seine quantitativen Veränderungen in zeitlich regelmäßigen Abständen vollzieht, zweitens, daß diese Veränderungen untereinander Gleichmäßigkeit zeigen, sei es, daß sie darin einer aufsteigenden, gleichbleibenden oder abfallenden Linie folgen. Auf die von uns beobachteten mengenmäßig starken Unterschiede der Ausscheidungen beim einzelnen Patienten wie auch der Patienten untereinander haben wir schon hingewiesen. Auch unter diesem Gesichtspunkt lassen sich unsere Ergebnisse nicht zu einer rhythmisch verlaufenden Kurve zusammenstellen. Diesen eigenen Befunden stehen die Ergebnisse Vogels gegenüber. Er veröffentlichte als Grundlage zu seiner Annahme eines rhythmischen Ablaufs der Fettausscheidungen im Harn, der sich für alle Fälle in ähnlicher Gesetzmäßigkeit abspiele, 3 Kurven, von denen die dritte eine aus 20 Frakturfällen errechnete Sammelkurve darstellt. Wir haben sie der besseren Anschauung wegen aus der Vogel'schen Arbeit hier abgebildet.

Abb. 3.

Ihre Zusammenstellung unterscheidet sich insofern von der Art unserer Sammelkurve, als Vogel für jeden seiner 50 Untersuchungstage die durchschnittliche Menge der Fettausscheidung von 20 Patienten errechnet hat. Da wir aber gezeigt haben, daß die Fettausscheidungen des einzelnen Patienten sowie der Patienten untereinander mengenmäßig außerordentlich verschieden sind, scheint uns ein derartiges Vorgehen nicht ratsam. Bei statistischer Erfassung eines verhältnismäßig so kleinen Materials müssen derartige Abweichungen der Einzelnen besonders ins Gewicht fallen; das erhellt auch daraus, daß Vogel bei einem Patienten allein am 14. Tage eine Ausscheidung von 14,5 Teilstrichen gemessen hat, während sich seine Sammelkurve an keiner Stelle über 5 Teilstriche erhebt. Betrachten wir nun die von Vogel errechnete Sammelkurve auf ihren rhythmischen Gesamtverlauf hin, so können wir uns ihm in der Deutung dieser Darstellung nicht anschließen. Diese Kurve wird den Forderungen, die wir an den rhythmischen Ablauf

eines Ausscheidungsvorganges legen müssen, nicht gerecht. Ungezwungen können wir weder eine Regelmäßigkeit der zeitlichen Abstände zwischen höher gelegenen Punkten der Kurve, noch eine Gleichmäßigkeit unter den einzelnen Perioden größerer oder geringerer Ausscheidungen erkennen. Es kommt hinzu, daß die bereits erwähnten Fehlerquellen, die der Vogel'schen Versuchsanordnung anhaften, seine Ergebnisse beeinflussen. Das betrifft sowohl die Beschränkung seiner Untersuchungen auf den Morgenurin, als auch die schwankende Ungenauigkeit der Gerber'schen Fettbestimmungsmethode, soweit sie auf Bestimmung von Gewebs- und Blutfetten Anwendung findet. Die weitere Klärung der Frage, in welcher Weise die Fettausscheidung in den Nieren selbst vonstatten geht, würde den Rahmen dieser Arbeit übersteigen und muß weiteren pathologisch-physiologischen Untersuchungen überlassen bleiben.

Zusammenfassung

1. Es wird ein kritischer Ueberblick über die klinischen Merkmale sogenannter latenter Fettembolie gegeben.
2. Zur Klärung der Frage, inwieweit die von manchen Forschern beobachtete Fettausscheidung im Harn nach Knochentraumen als symptomatisch für Fettembolie gelten kann, werden Harnfettuntersuchungen an 30 Frakturkranken vorgenommen.
3. Zur Untersuchung werden Kranke mit geschlossenen Brüchen ausgewählt, die keinen Markfettverlust nach außen hin erlitten haben.
4. Zur Fettbestimmung wird die Mikrolipokritmethode nach Rükkert angewandt.
5. Die täglichen Untersuchungen, welche sich auf den gesamten 24-Stunden-Urin erstrecken, werden auf einen Zeitraum von minimal 20 Tagen bis maximal 70 Tagen durchgeführt.
6. Von 30 Verletzten zeigten 28 zum mindesten eine, meistens wiederholte Fettausscheidungen.
7. Die Analysen ergeben Fettausscheidungen, welche quantativ und zeitlich in völliger Regellosigkeit abwechseln.
8. Die ausgeschiedenen Tagesmengen schwanken zwischen Spuren und Mengen bis zu 132 ccm. Durchschnittswerte lassen sich wegen zu großer Regellosigkeit nicht angeben.
9. Die fettfreien Intervalle erstrecken sich zwischen 1 bis 27 Tagen.
10. Die am spätesten beobachtete Fettausscheidung wurde am 49. Tage nach dem Trauma gefunden.
11. Auf Grund der zeitlichen und mengenmäßigen Regellosigkeit der Befunde ist die mehrfach erörterte Rhythmik in der Fettausscheidung abzulehnen.
12. Die Häufigkeit der Fettbefunde stimmt ungefähr mit der Häufigkeit der pathologisch-anatomisch nachgewiesenen Fettembolien überein.

13. Infolge der freien Intervalle besitzen einmalige Fettproben nur bei positivem Ausfall diagnostischen Wert.
14. Gleichzeitig durchgeführte Eiweißuntersuchungen verliefen vielfach positiv, ergaben jedoch keinen erkennbaren Zusammenhang mit der Fettausscheidung.

Schrifttum

Alexander-Katz, R.: Ueber Fettembolie in den Lungen. Dtsch. Zeitschr. ges. gerichtl. Med. 1924, 4, S. 466.

Altdorfer, M.: Experimentalstudien über den Einfluß des Oels auf die Blutzirkulation des Frosches. Inaug.-Diss. Greifswald 1875.

Beneke: Die Fettembolie, in Krehl-Marchand, Handbuch der allg. Pathol. 1913, Bd. 2, 2. Abt., S. 300.

v. Bergmann, E.: Habilitationsschrift, Dorpat 1863.

Demisch: Inaug.-Diss. Zürich 1885.

Flick, K. u. Traum, E.: Versuche über die Fetteinschwemmung in das Blut bei Knochenbrüchen. Dtsch. Zeitschr. f. Chir. 1928, 207, S. 16.

Dies.: Versuche über den Einfluß der Fettembolie auf die Funktion der gesunden Niere. Dtsch. Zeitschr. f. Chir. 1930, 222, S. 274.

Frischmuth: Inaug.-Diss., Königsberg 1909.

Gerber, N.: Zit. im Handbuch der Milchwirtschaft, Berlin, I. Bd. Tl. 1.

Gröhndahl: Dtsch. Zeitschr. f. Chir. 1911, 11, S. 57.

Halm: Beiträge zur Lehre von der Fettembolie. Habilitationsschrift, München 1876.

Jehn: Disk.-Bem. Mittelrhein. Chirurgenvereinig. 10. Okt. 1931. Zentr. f. Chir. 1932, S. 105.

Katase, A.: Vorkommen und Ausbreitung der Fettembolie. Korr.-Blatt Schweizer Aerzte 1917, S. 545.

Kiflian, H.: Die traumatische Fettembolie. Dtsch. Zeitschr. f. Chir. 1931 231, S. 97.

Kirschner, M.: Zur Frage der Fettembolie nach Osteotomie. Zentr. f. Chir. 1924, S. 465.

Kusnetzowski, N. J.: Ueber die Fettembolie des großen Kreislaufs. Ref. Zentralorg. ges. Chir. 1921, 13, S. 114.

Landois, F.: Die Fettembolie. Erg. d. Chir. u. Orth. 1923, 16, S. 99.

Lehmann, E. and Mac Nattin: Fat embolism. II. Incidence at postmortem. Arch. Surg. 1928, 17, S. 179.

Lubarsch, O.: Die allgemeine Pathologie. Wiesbaden 1905, I. 1. Abtlg.. S. 235.

Magnus: Ueber cerebrale Fettembolie nach Frakturen, Zentrlbl. f. Chir. 1937.

Ders.: Disk.-Bem. Verhandl. Dtsch. Ges. Chir. 57. Kongr. 1933.

Makai, E.: Zur Frage der Fettembolie. Zentr. f. Chir. 1932, S. 1678.

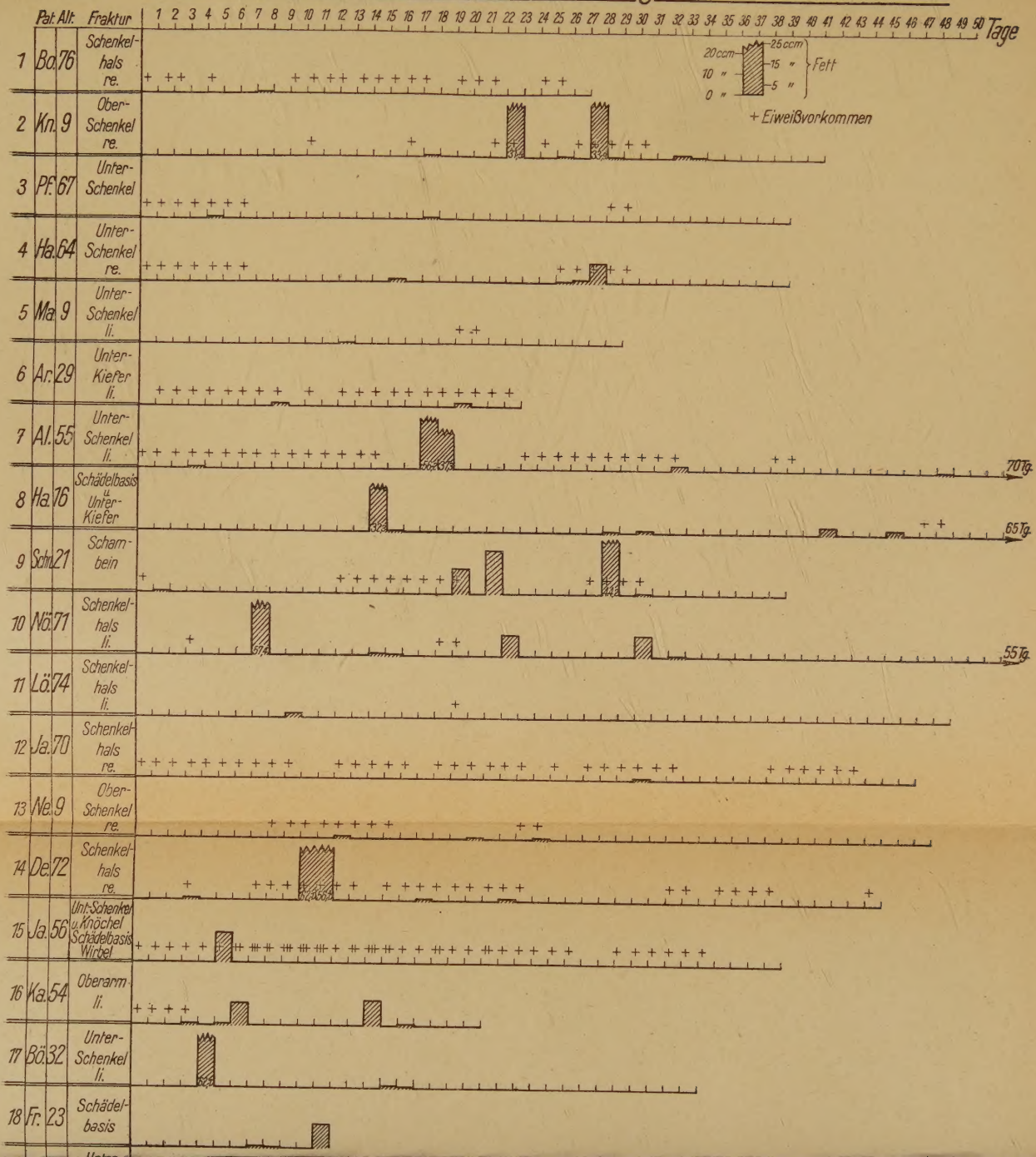
Oppolzer, R.: Fettembolie des Auges. Verhandl. Dtsch. Ges. Chir. 57. Kongr. 1933.

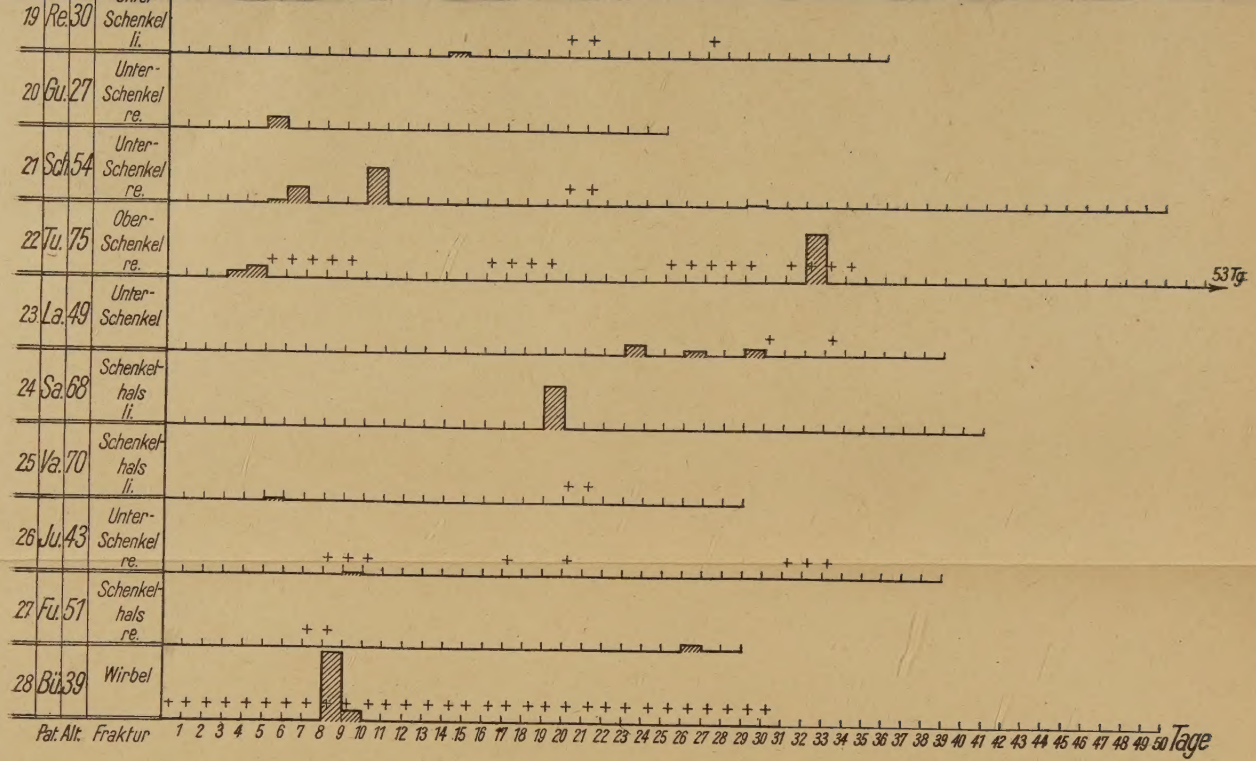
Oppolzer u. Urbanek: Freie Vereinig. Chir. Wiens, 25. Juni 1931. Wien. med. W. 1931, S. 1178.

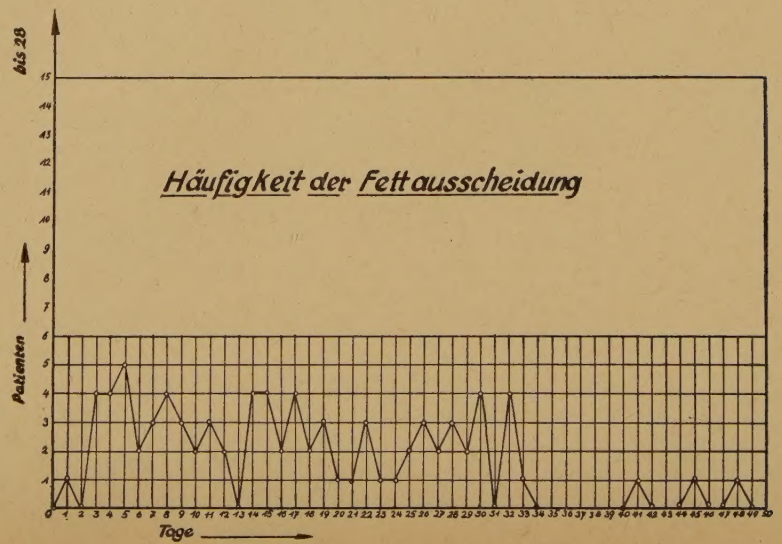
Oehler: Beitr. klin. Chir. 65, 1909.

Paul u. Windholz: Experimentelle Studie über die Fettembolie und den durch sie verursachten Tod. Mitteilung. Grenzgeb. Med. u. Chir. 1925, 38, S. 614.

Schema der quantitativen Fettausscheidung im Urin nach Frakturen




19 Re. 30 Schenkel li.
20 Gu. 27 Unter-Schenkel re.
21 Sch. 54 Unter-Schenkel re.
22 Tu. 75 Ober-Schenkel re.
53 Tg.
23 La. 49 Unter-Schenkel
24 Sa. 68 Schenkel-hals li.
25 Va. 70 Schenkel-hals li.
26 Ju. 43 Unter-Schenkel re.
27 Fu. 51 Schenkel-hals re.
28 Bü. 39 Wirbel
Pat. Alt. Fraktur
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 Tage


bis 28
Häufigkeit der Fettausscheidung
Patienten
Tage

Ribbert: Dtsch. med. Wschr. 1900, Nr. 26, S. 419.
Riedel: Dtsch. Zeitschr. f. Chir. 1877, 8, S. 571.
Rückert, W.: Eine einfache volumetrische Mikrobestimmung des Blutfettes (Lipokritverfahren). Klin. Wochenschr. 1931, Nr. 40, S. 1853.
Ders.: Die Entstehung des Fiebers bei traumatischer Fettembolie. Dtsch. Zeitschr. f. Chir. 1935, 245, S. 36.
Scriba, J.: Dtsch. Zeitschr. f. Chir. 1880, Bd. 12, S. 118.
Vance, B.: The significance of fat embolism. Arch. Surg. 1931, 23, S. 426.
Vogel, W.: Ueber den Fettnachweis im Harn nach Knochenbrüchen und Operationen. Dtsch. Zeitschr. f. Chir. 1931, 231, S. 242.
Wahnkau: Inaug.-Diss. Halle 1886.
Warthin, A.: Traumatic Lipemia and fatty embolism. Internat. clinics Serie 23, 1913, Bd. 4, S. 171.
Ziemke: Dtsch. Zeitschrift f. gerichtl. Med. 1921.

Die in unserer Arbeit nicht angeführten Autoren sind in den ausführlichen Schrifttumsverzeichnissen von Scriba: Deutsche Zeitschrift f. Chir. 1880, 12, S. 118. — Landois: Erg. d. Chir. u. Orth. 1923, 16, S. 99 und Hoffheinz, S.: Die Luft- und Fettembolie, F. Enke Verlag, Stuttgart, zu finden.

Es ist mir ein aufrichtiges Bedürfnis, auch an dieser Stelle meinem hochverehrten Doktorvater und Kamerad Herrn Dr. phil. et med. habil. W. Rückert für alle Anregungen und Obsorge Dank zu sagen. Herrn Prof. Dr. Klapp danke ich ergebenst für die freundliche Uebernahme des Referates.

Lebenslauf

Ich, Rolf Simon-Weidner, bin am 10. Mai 1914 in Amberg (Bayern) geboren, als Sohn des Obering. Gustav Simon-Weidner und seiner Ehefrau Lili, geb. Cleß. Nach vierjähriger Vorschulzeit besuchte ich zuerst in München-Gladbach (Rhld.) das Humanistische Gymnasium und von Untertertia ab das Humanistische Gymnasium in Darmstadt. Dort legte ich im März 1933 meine Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1933 und Wintersemester 1933/34 studierte ich in Tübingen und bestand anschließend dort das Vor-Physikum. Sodann besuchte ich im Sommersemester 1934 die Universität in Rostock und betätigte mich während dieser Zeit auch in der Studentenschaftsführung der Universität. Im Wintersemester 1934/35 war ich in Bonn und nahm anschließend $^1/_2$ Jahr am Freiwilligen-Arbeitsdienst in Bensheim teil. Das Physikum bestand ich am 28. Oktober 1936 in Bonn.

Meine klinische Studienzeit verbrachte ich in Freiburg/Br., wo ich am 12. Oktober 1939 die ärztliche Prüfung nach Maßgabe der Bestallungsordnung für Aerzte vom 25. März 1936 mit „gut" bestand. Zum gleichen Termin erhielt ich meine Bestallung als Arzt entsprechend den zur Zeit geltenden Sonderbestimmungen. Nach bestandenem Staatsexamen meldete ich mich freiwillig zum Heer, wurde am 25. Januar 1940 zum Unterarzt befördert und als chirurgischer Hilfsarzt einem Feldlazarett zugeteilt.

Ich bin seit 1933 Angehöriger der SS.

Meine akademischen Lehrer waren die Professoren:

in Tübingen: Geiger, Gieseler, Harms, Knoop, Lehmann, Meisenheimer, Oertel;

in Rostock: Elze, Hertwig, von Krüger, Wacholder;

in Bonn: Ebbecke, Deuticke, Sobotta, Stöhr, Wagenseil;

in Freiburg/Br.: Backmeister, Beringer, Bohnekamp, Büchner, Dold, Hauptsetein, Jahn, Janßen, Kahler, Keller, Killian, Löser Meeßen, Müller, Nauck, Nißle, Noeggerath, Rehn, Ruffin, Siegert, Schneider, Stühner, Wegner, Wilhelm, Ziegler.

Frankreich, den 10. Oktober 1940.